

Anna van Buerenplein 43
2595 DA Den Haag
Postbus 90608
2509 LP Den Haag
Telefoon 070 - 2055 000
secretariaat@netbeheernederland.nl
www.netbeheernederland.nl

Autoriteit Consument & Markt
de heer drs. [REDACTED]
Postbus 16326
2500 BH DEN HAAG

Uw kenmerk zaaknummer 15.0729.52
Ons kenmerk BR-17-1305
Behandeld door [REDACTED]
Telefoon 070 - 205 50 21
E-mail [REDACTED]@netbeheernederland.nl
Datum 21 juli 2017

Onderwerp Zienswijze ontwerpbesluit veiligheid laagspanning



Geachte heer [REDACTED]

Op 2 mei 2017 heeft de Autoriteit Consument en Markt (hierna: ACM) in de Staatscourant¹ een mededeling gedaan van de terinzagelegging van het ontwerpbesluit betreffende de vaststelling van de minimumeisen voor de technische veiligheid en voor het technisch ontwerp en de exploitatie van de laagspanningsnetten² (hierna: ontwerpbesluit).

Graag maken de gezamenlijke netbeheerders (hierna ook: Netbeheer Nederland) gebruik van de mogelijkheid om hun zienswijze te geven op het ontwerpbesluit. De belangrijkste punten in deze zienswijze zijn:

- de gezamenlijke netbeheerders willen werken volgens de internationaal geaccepteerde veiligheidsnorm van 50 V, 5 seconden voor alle gebieden;
- het is niet nodig om risicogebieden aan te wijzen. De door netbeheerders voorgestelde norm biedt voldoende veiligheid in alle gebieden; en
- het ontwerpbesluit moet alleen gaan over nieuwe netten.

Netbeheer Nederland gaat achtereenvolgens in op

- 1) de aanleiding en achtergrond van het door haar ingediende codewijzigingsvoorstel en de keuze voor een gewenst en verantwoord veiligheidsniveau;
- 2) waarom het onderscheiden van risicogebieden vanuit veiligheidsoverwegingen onnodig is en bovendien tot uitvoeringsvragen leidt;

¹ Staatscourant 2017, nr. 24851.\.

² Kenmerk ACM/DE/2017/202549 en zaaknummer 15.0729.52.

Tot slot gaan de gezamenlijke netbeheerders in op de formulering van de vast te stellen codebepalingen in het licht van de Aanwijzingen voor de regelgeving. Alle gemaakte opmerkingen vatten we samen door in bijlage 1 te formuleren hoe de codebepalingen naar de mening van Netbeheer Nederland in het besluit dienen te luiden.

1. Het voorstel van de netbeheerders voor de veiligheid van nieuw aan te leggen laagspanningsnetten

Het voorstel dat de gezamenlijke netbeheerders op 6 juli 2016 aan de ACM hebben gezonden (brief met kenmerk BR-16-1051) was de eerste stap in de uitvoering van het met de ACM afgestemde plan van aanpak voor de ontwikkeling van de minimale veiligheidseisen voor de veiligheid van laagspanningsnetten. In dat plan van aanpak waren twee producten voorzien: 1) een voorstel voor de referentieveiligheidsnorm waar het ontwerp van (nieuwe) laagspanningsnetten aan dient te voldoen en 2) een voorstel voor geharmoniseerde en transparante spelregels voor (bestaande) netten die niet aan de ontwerpnorm van het eerste voorstel voldoen maar die door inachtneming van deze spelregels minstens een vergelijkbaar veiligheidsniveau zullen hebben.

Naar aanleiding van de wijzigingsopdracht van de ACM (brief met kenmerk ACM/DE/2016/202445, d.d. 28 april 2016) hebben de gezamenlijke netbeheerders voorgesteld aan te sluiten bij de in de NEN 1010 opgenomen internationaal aanvaarde veiligheidsnorm: een uitschakeltijd van 5 seconden of een aanraakspanning lager dan 50 V. In deze door de overheid aangewezen norm NEN 1010³ wordt het veiligheidsniveau vastgelegd voor alle elektrische laagspanningsinstallaties. Volgens de NEN 1010 zelf is zij "niet bedoeld voor netten voor de distributie van elektrische energie (zoals bedoeld in de netcode elektriciteit)"⁴. Toch willen de netbeheerders voor de veiligheid van personen eenzelfde veiligheidsniveau hanteren.

Aanraakspanning is de spanning die over een lichaam staat. Aanraakspanning is afhankelijk van de situatie, zoals de lichaamsweerstand, schoeiselsweerstand e.d. Om het voorgestelde veiligheidsniveau te bereiken (aanraakspanning lager dan 50 V of korter dan 5 seconden) moeten er manieren worden gevonden om in het netontwerp te garanderen dat de aanraakspanning in de praktijk nooit hoger dan 50 V zal zijn. Dat wordt bereikt door het gewenste veiligheidsniveau te vertalen naar een norm voor de maximale fouts spanning die mag optreden in het laagspanningsnet.

De fouts spanning is de spanning die optreedt ten opzichte van de verre aarde in geval van een aardfout. Hoe hoger een optredende fouts spanning, hoe hoger de resulterende aanraakspanning. De ACM heeft in randnummer 24 van het ontwerpbesluit gememoreerd hoe netbeheerders de maximale fouts spanning afleiden van de maximale aanraakspanning. Waar bij die afleiding keuzes mogelijk zijn, hebben de gezamenlijke netbeheerders die keuze genomen die tot een aan NEN 1010 vergelijkbaar veiligheidsniveau leidt. Een mogelijke spanningsgradiënt rondom een object dat onder spanning staat

³ NEN 1010, "Elektrische installaties voor laagspanning", NNI, Delft, oktober 2015.

⁴ NEN 1010, clause 11.4

is dan ook niet bij de keuze voor een maximum van de foutspanning betrokken. Dat zou tot een hogere foutspanning kunnen hebben geleid dan de 66V die is voorgesteld.

De gezamenlijke netbeheerders stellen verder vast dat in het ontwerpbesluit de voorgestelde referentie naar nieuw aan te leggen netten uit de vast te stellen bepalingen is verdwenen. De netbeheerders verzoeken de ACM deze referentie in het uiteindelijke besluit te herstellen.

2) Het onderscheiden van risicogebieden is onnodig

In het ontwerpbesluit heeft de ACM een extra artikel toegevoegd dat ziet op zogenoemde risicogebieden. In die risicogebieden zou de aanraakspanning maximaal 25 V mogen zijn. Volgens de gezamenlijke netbeheerders is het uit veiligheidsoogpunt niet nodig om risicogebieden aan te wijzen. De voorgestelde norm van 50 V/5 seconden zorgt ook in deze gebieden voor een voldoende veiligheidsniveau. De voorbeelden waarnaar de ACM in randnummer 37 verwijst, zijn meestal incidenten waarbij het een fout in de klantinstallatie betrof en niet een fout in de aarding van het laagspanningsnet. De aangedragen cases hebben verder geen relatie met de discussie over risicogebieden en veiligheid in het laagspanningsnet. Deze incidenten zijn opgetreden omdat in de specifieke situaties niet werd voldaan aan de 50 V, 5 seconden norm en zijn daarom geen reden om een strengere norm voor te stellen. Een analyse van de incidenten die door ACM genoemd worden is opgenomen in bijlage 2.

In de brief bij het gewijzigde voorstel⁵ hebben de gezamenlijke netbeheerders aangegeven dat het onderscheiden van risicogebieden voor de openbare ruimte leidt tot verschil in veiligheidsniveau tussen openbare ruimtes en niet-openbare ruimtes. Voor de terreinen van scholen, zwembaden en speeltuinverenigingen geldt de norm van de NEN-1010. Anders dan de ACM in randnummer 39 suggereert, geldt voor genoemde terreinen in de NEN 1010 de 50 V/5 s norm⁶. De gezamenlijke netbeheerders willen die norm ook toepassen op de openbare ruimte. Het onderscheiden van risicogebieden in de openbare ruimte leidt wel degelijk tot een verschil in veiligheidsniveau tussen openbare en niet-openbare ruimte.

De gezamenlijke netbeheerders hebben consistent ingebracht⁷ wat de kostenverhogende effecten zijn van het onderscheiden van risicogebieden en het stellen van een aangescherpte eis voor deze gebieden. De geschatte kosten voor het aanpassen van de bestaande netten op 50 V, 5 seconden bedraagt meer dan 100 miljoen euro. Bij het toepassen van risicogebieden zullen deze kosten onnodig nog meer stijgen (tot 130 miljoen euro). De gezamenlijke netbeheerders vinden het maatschappelijk onverstandig om deze kosten te maken. De kosten worden dan gemaakt om het type ongeluk te voorkomen dat zich in de afgelopen 30 jaar voor zover bekend niet heeft voorgedaan. Aansluiten bij een geaccepteerde norm is een verantwoorde invulling van de veiligheid voor laagspanningsnetten. De gezamenlijke netbeheerders zijn het dan ook niet eens met de bewering van

⁵ Brief d.d. 6 juli 2016 met kenmerk BR-16-1193

⁶ NEN 1010, bepaling 714.411.1 (rubriek 714 gaat over buitenverlichting)

⁷ Brief d.d. 31 maart 2017 met kenmerk BR-17-1290

de ACM in randnummer 40 dat de gezamenlijke netbeheerders de eigen standpunten onvoldoende onderbouwd hebben.

In tegenstelling tot wat de ACM beweert in randnummer 41 hanteren netbeheerders geen aangescherpte norm in hun werkplaatsen. Het document dat de ACM ter onderbouwing van haar stelling aandraagt betreft een aanvraag van TenneT aan ProRail voor een ontheffing in het kader van de Spoorwegwet. De in het ontwerpbesluit geciteerde zin komt uit Bijlage 7 en staat in een hoofdstuk getiteld "gehanteerde uitgangspunten". Dit hoofdstuk beschrijft de eisen (maxima) die gesteld worden aan de beïnvloeding van de systemen van ProRail door de nieuw aan te leggen 380kV-lijn. Uit deze ene zin kan niet de conclusie getrokken worden dat alle netbeheerders voor al hun werkplaatsen een maximaal toegestane aanraakspanning van 25V hanteren. Desgevraagd herkent TenneT deze eis voor werkplaatsen binnen haar organisatie niet, en ook de overige netbeheerders geven aan een dergelijke eis niet te hanteren voor hun werkplaatsen (zie bijlage 3 voor de relevante e-mails).

In randnummer 42 stelt de ACM dat netbeheerders ten gevolge van de norm NEN-EN 50341-1:2013 reeds risicogebieden en overige gebieden dienen af te bakenen. Het deel waar ACM in haar ontwerpbesluit uit citeert staat in de Engelse versie op pagina 109, als onderdeel van paragraaf 6.4.2 "Touch voltage limits at different locations". In die paragraaf staat in figuur 6.1 de "touch voltage limit" uitgezet als functie van de duur van de foutstroom. Voor vier situaties wordt de spanning afgebeeld die "de veiligheid van een persoon garandeert". De vier afgebeelde situaties verschillen van elkaar in de additionele weerstand door schoeisel of ondergrond. De eerste situatie is de situatie die de ACM citeert: van een persoon zonder extra weerstand door schoeisel of ondergrond. De extra weerstand van de persoon wordt in die situatie gesteld op 0 Ohm. Voor de overige drie situaties wordt gerekend met een toenemende weerstand ten gevolge van schoeisel en/of toegenomen weerstand van de ondergrond. In paragraaf 6.4.3 staan vervolgens richtlijnen voor het ontwerp van aarding van masten in relatie tot aanraakspanning. Zoals duidelijk blijkt uit figuur 6.2 op pagina 111 wordt het ontwerp gerelateerd aan de aanraakspanning in de eerste situatie, de situatie van een persoon zonder extra weerstand door schoeisel of ondergrond. Elk ontwerp voor de aarding van een mast dient aan die norm te voldoen. Oftewel de aanraakspanning dient onder de lijn te blijven die in grafiek 6.1 aangeduid wordt als Up1. Er is geen onderscheid in ontwerp naar verschillende 'gebieden'. De conclusie van ACM in randnummer 42 van het ontwerpbesluit voor de veiligheid van de laagspanningsnetten ("Bij het toepassen van deze norm NEN-EN 50341-1:2013 dienen de netbeheerders ook reeds af te bakenen wat de risicogebieden en overige gebieden zijn") is dan ook onjuist. Als veilige aanraakspanning voor de situatie van een persoon zonder extra weerstand door schoeisel of ondergrond geldt volgens NEN-EN 50341-1:2013 een spanning die verloopt van 650 Volt bij 0,1 seconde tot 80 Volt bij 10 seconde en meer.

Geen van de door de ACM aangedragen argumenten noopt dan ook tot het onderscheiden van risicogebieden.

In de NEN-1010 wordt als limiet voor de aanraakspanning 50 V gehanteerd. De NEN-1010 baseert zich daarbij op richtlijn 60479-1 van de International Technical Commission⁸ die opgesteld is om als uitgangspunt te kunnen dienen bij het opstellen van veiligheidsrichtlijnen van elektrische systemen en installaties. Bij het toepassen van richtlijn 60479 maakt de NEN 1010 keuzes die voorzichtig of behoudend genoemd kunnen worden. Volgens de richtlijn 60479-1 bedraagt bijvoorbeeld de maximale stroomsterkte door het lichaam waarbij geen hartfibrillatie optreedt 37mA voor een aanraakduur van 5 seconden en meer. De NEN 1010 gaat voorzichtigheidshalve uit van 30 mA. Bij het toepassen van het model van richtlijn 60479-1 waarmee gerekend kan worden aan de maximaal toelaatbare aanraakspanning over een lichaam, gaat de NEN 1010 uit van een stroombaan van beide handen naar beide voeten. Deze baan geeft de laagste weerstand door het lichaam en dus een hogere stroom. Verder gaat zij uit van een perfect ten opzichte van aarde geïsoleerd object, schoeisel met een lage weerstand, etc. Vanuit al deze voorzichtige keuzes is de limiet van 50 V voor aanraakspanning ontstaan. Andere normen maken minder voorzichtige keuzes en komen tot hogere toelaatbare aanraakspanningen. Zo komt NEN-EN 50122-1⁹ tot een maximale aanraakspanning van 65 V op een perron en komt de NEN 50341, zoals hierboven aangehaald, tot 80 V (zelfs al rekent die norm op basis van een persoon zonder extra weerstand door schoeisel of ondergrond).

De ervaring, nationaal en internationaal, met deze waarde van 50 V uit de NEN 1010 is zeer goed te noemen. In Nederland zijn er geen fatale incidenten bekend ten gevolge van de aanraakspanning van objecten in de openbare ruimte. Dit geldt ook voor de meeste objecten, die niet in beheer zijn bij de beheerders van openbare netten. Dergelijke objecten moeten aan de NEN 1010 voldoen, evenals installaties binnenshuis en in gebouwen. De limiet voor aanraakspanning van 50 V wordt als een veilige waarde gezien met een geweldige staat van dienst. Een lagere waarde levert geen extra bijdrage aan de veiligheid, maar slechts een schijnzekerheid.

Samenvattend is de zienswijze van Netbeheer Nederland dat het onderscheiden van risicogebieden onnodig is en dat het hanteren van een lagere limiet voor aanraakspanning voor een (klein) deel van de openbare netten geen extra bijdrage aan de veiligheid levert, maar slechts een schijnzekerheid.

Een opsomming van relevante normen, de aanraakspanningen die uit die normen volgen, en de relevantie daarvan voor de veiligheidseisen aan laagspanningsnetten, is opgesteld door Movares, en toegevoegd als Bijlage 4 bij deze brief.

Uitwerking van de bepaling voor risicogebieden niet eenduidig, duidelijk of toetsbaar

Los van de ontbrekende toegevoegde waarde voor het onderscheiden van risicogebieden en het stellen van een aangescherpte norm voor aanraakspanning in die gebieden, schiet de uitwerking ervan in het ontwerpbesluit naar de mening van de gezamenlijke netbeheerders tekort. In

⁸ IEC TS 60479-1, "Effects of current on human beings and livestock –Part 1: General aspects", edition 4.1, July 2016, consolidated version.

⁹ NEN-EN 50122-1, "Railway applications - Fixed installations - Electrical safety, earthing and the return circuit - Part 1: Protective provisions against electric shock", Cenelec, Brussel, januari 2011

randnummer 27 geeft de ACM aan te hechten aan eisen die eenduidig, duidelijk en toetsbaar zijn. Die drie kenmerken ontbreken waar het risicogebieden betreft.

Risicogebieden zijn gedefinieerd als een openbaar gebied waar redelijkerwijs verwacht mag worden dat daar zich mensen zonder schoeisel kunnen begeven. Deze definitie roept meer vragen op dan binnen de beperkte scope van deze brief gesteld kunnen worden. Onduidelijk is wat in die zin 'redelijkerwijs' inhoudt, wie dat 'redelijkerwijs verwachten' doet, en of met 'mensen' wellicht eigenlijk alleen of vooral 'kinderen' bedoeld wordt. Mag 'redelijkerwijs verwacht' worden dat in een speeltuin kinderen op blote voeten spelen? Zo ja, hoe komen die kinderen dan in de speeltuin? Mogen netbeheerders er redelijkerwijs van uit gaan dat kinderen hun schoenen pas uittrekken in de speeltuin zelf? Of moet er redelijkerwijs verwacht worden dat zij ook op blote voeten naar de speeltuin toe gaan? Geldt een park als een plek waar 'redelijkerwijs verwacht mag worden' mensen op blote voeten aan te treffen? Of mag dat pas bij een grasveld dat naast een school ligt? En waar ligt de grens van een risicogebied? Is dat het toegangshek van het park, of de rand van het gras? Is dat de stoeprand van het plein met de fontein of is het 30 meter rondom de fontein? Ook is onduidelijk wie het aanwijzen van risicogebieden doet. Bepaalt de netbeheerder dat zelf? Wijst de ACM de risicogebieden in Nederland aan? Wordt een gemeente hiervoor verantwoordelijk? Dient Netbeheer Nederland een voorstel te doen voor een risicogebiedsindelingscode? En wat moet er gebeuren wanneer een gebied van status wisselt? Wie stelt die statuswisseling vast en hoe lang mag het aanpassen van het laagspanningsnet ter plekke duren? Et cetera, et cetera.

Naast de problemen die de voorgestelde definitie van risicogebied oproept, is ook onduidelijk hoe een netbeheerder zijn net dient te ontwerpen om aan de gestelde eis aan de aanraakspanning van 25 V te voldoen. De eis van artikel 3.4.2 in het ontwerpbesluit is in de erna volgende artikelen eenduidig en toetsbaar uitgewerkt. De eis van artikel 3.4.1 in het ontwerpbesluit is dat echter niet. De inperking van de eis tot de aardingsvoorziening ontbreekt, de operationalisatie naar een foutspanning ontbreekt, en ook de mogelijkheid om andere maatregelen te treffen wordt niet geboden. Netbeheerders kunnen kortom op geen enkele wijze voldoen aan de gestelde eis. Om een net te bouwen met een aanraakspanning van 25 V moet het retourpad van de foutstroom ongeveer 8 maal dikker zijn dan de fasegeleider. Dit is in praktische zin geen haalbare optie. In de praktijk zal dit leiden tot suboptimale oplossingen die samen met een klant (voor openbare verlichting is dat meestal de gemeente) bekeken moeten worden. Dit zal een averechts effect hebben op het veiligheidsniveau.

Netbeheer Nederland is dan ook van mening dat de codebepalingen in het besluit geen bepaling voor risicogebieden dient te bevatten. Deze zienswijze hebben wij uitgewerkt in Bijlage 1.

Bepalingen dienen te gelden voor nieuwe netten

In randnummer 47 schrijft de ACM dat de bepalingen van 3.4 van toepassing zijn op laagspanningsnetten die na de inwerkingtreding van het ontwerpbesluit ontworpen dan wel herontworpen worden. In de bepalingen van 3.4 zelf wordt deze toespitsing op nieuw aan te leggen netten niet gemaakt. Ook in Artikel III van het ontwerpbesluit ("Dit besluit treedt in werking met ingang van de dag na de datum van uitgifte van de Staatscourant waarin zij wordt geplaatst.") ontbreekt de

toespitsing op nieuwe netten. Het ontwerpbesluit en de toelichting daarop zijn niet met elkaar in overeenstemming. Naar de mening van de gezamenlijke netbeheerders zou de toespitsing op nieuwe netten in de bepalingen zelf gemaakt moeten worden en niet enkel als een voorbehoud in Artikel III van het ontwerpbesluit. Deze zienswijze hebben wij uitgewerkt in Bijlage I.

Verwoording codebepalingen in het licht van de Aanwijzingen voor de regelgeving

In de tekst van het voorstel van de gezamenlijke netbeheerders was nog geen rekening gehouden met de Aanwijzingen voor de regelgeving. De bestaande codes zullen op enig moment aangepast (dienen te) worden aan deze Aanwijzingen. Voor een deel van de codes voor elektriciteit zal dat gerealiseerd worden in het traject voor de implementatie van de Europese Netcodes. De ACM heeft echter opgeroepen om in codewijzigingsvoorstellen nu reeds aan te sluiten bij de Aanwijzingen voor de regelgeving. De gezamenlijke netbeheerders stellen daarom voor om ook in dit traject de codebepalingen conform de Aanwijzingen vorm te geven.

Tot slot

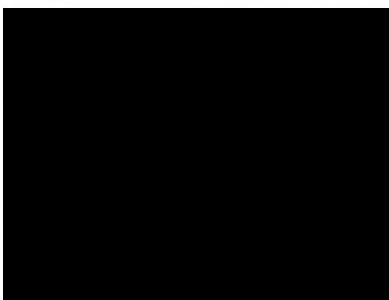
In de bijlage heeft Netbeheer Nederland de bovenstaande gemaakte opmerkingen verwerkt tot een voorstel voor hoe de codebepalingen volgens haar dienen te luiden. De relevante elementen zijn:

- Veiligheidsniveau gedefinieerd met de 50 V, 5 s-regel.
- Operationalisatie tot 66 V foutsparing.
- Mogelijkheid tot alternatieve maatregelen.
- Inperking van de bepalingen tot nieuwe netten.

Uiteraard is Netbeheer Nederland desgewenst graag bereid tot een nadere toelichting op deze zienswijze. U kunt daartoe contact opnemen met de heer  van Netbeheer Nederland (gegevens zie briefhoofd).

Met vriendelijke groet,

i/o:



André Jurjus
directeur

Bijlage 1 Samenvatting commentaar tot gewenste codetekst

Bijlage 1 Samenvatting commentaar tot gewenste codetekst

3.4 Veiligheidseisen voor laagspanningsnetten

- 3.4.1 De aanraakspanning overschrijdt niet de waarde van 50 V. Wanneer de aanraakspanning de 50 V overschrijdt wordt de spanning in het net binnen 5 seconden afgeschakeld.
- 3.4.2 Aan de in artikel 3.4.1 genoemde eis wordt voldaan wanneer het net zo is ontworpen dat een optredende foutspanning boven 66 V in uiterlijk 5 seconden wordt uitgeschakeld in het geval de aardingsvoorziening:
- aan de aangeslotene ter beschikking wordt gesteld zoals bedoeld in artikel 2.2.1.2, of
 - door de netbeheerder wordt gebruikt voor de elektrische veiligheid van de laagspanningsnetten.
- 3.4.3 Een netbeheerder kan ook andere maatregelen treffen dan beschreven in artikel 3.4.2 om te voldoen aan de eis in artikel 3.4.1.
- 3.4.4 De laagspanningsnetten zijn kortsluitvast. Voor aansluitleidingen kan hier van worden afgeweken mits dit niet leidt tot veiligheidsrisico's ten gevolge van een kortsluiting.
- 3.4.5 De netbeheerder hanteert de eisen genoemd in de artikelen 3.4.1 tot en met 3.4.4 bij het ontwerp en herontwerp van laagspanningsnetten die vanaf {datum inwerkingtreding codewijziging} nieuw gerealiseerd worden.
- 3.4.6 De netbeheerder hanteert de eisen genoemd in de artikelen 3.4.1 tot en met 3.4.4 bij de inspectie, de bedrijfsvoering en de herinspectie van laagspanningsnetten zoals bedoeld in artikel 3.4.5.

In bovenstaande is verwerkt:

- Geen risicogebieden
- De formulering van 3.4.1 verbeterd.
- In de rest van de Nederlandse codes staat steeds een spatie tussen hoeveelheid en eenheid
- Bij verwijzingen wordt conform de Aanwijzingen voor de Regelgeving het woord 'artikel' gebruikt.
- Eerste niveau van opsomming geschiedt c.f. Aanwijzingen met kleine letter gevolgd door punt
- 'Moeten' en 'dienen' worden c.f. Aanwijzingen niet gebruikt
- Afkortingen worden c.f. Aanwijzingen niet gebruikt
- In 3.4.5 weer toegevoegd dat het om nieuwe netten gaat. In fase twee van het plan van aanpak kan paragraaf 3.4 aangevuld worden met artikelen met de geharmoniseerde en transparante spelregels om te borgen dat bestaande laagspanningsnetten minstens een vergelijkbaar veiligheidsniveau hebben.

Bijlage 2 Overzicht incidenten

Incident	Aanraakwijze	Domein	Achtergrond fout	Afschakeltijd fout
<p><u>1-2-2003, Amsterdam [DIVV]</u> Elektrocutie van een hond. De hond is niet, zoals in de media is bericht, geëlektrocuteerd door het urineren tegen de mast, maar doordat de stroom door de grond via zijn poten fataal is geworden. De aansluitkabel naar de mast was in de grond beschadigd waardoor de loodmantel in de grond onderbroken was, de aders bloot zijn komen te liggen en de aarding van de lichtmast onderbroken was.</p>	Bodem - bodem	Netbeheerder	Kwaliteit	Geen uitschakeling zekering netbeheerder (ongedefinieerde fout)
<p><u>7-3-2004, Amsterdam (DIVV)</u> Door slechte afdichting van de armatuur is in de mast water komen te staan en is de buitenkant onder stroom komen te staan. Deze mast was onvoldoende geaard om de zekering te laten doorbranden. Door dit incident is een hond getroffen door stroomschok.</p>	Mast - bodem	OVL-beheerder	Kwaliteit	Geen uitschakeling zekering OVL-beheerder (lekstroom)
<p><u>3-4-2004, Amsterdam [DIVV]</u> Een monteur in Zuid-Oost krijgt een schok bij werkzaamheden. In de grondkabel was door vermoedelijk verzakking de veiligheidsaarde onderbroken. Door werkzaamheden kwam de spanningsvoerende kabel tegen de mast, de zekering brandde niet door.</p>	Onduidelijk	Onduidelijk	Kwaliteit + Procedures	Geen uitschakeling (reden onduidelijk)
<p><u>Datum onbekend, Amsterdam [DIVV]</u> Een mast op het Voorlandpad in stadsdeel Oost/Watergraafsmeer: een lichtmast en een gedeelte van de vangrail zouden onder stroom hebben gestaan. Oorzaak en duur van deze storing is niet te achterhalen.</p>	Onduidelijk	Onduidelijk	Onduidelijk	Geen uitschakeling (reden onduidelijk)
<p><u>17-12-2008 – Haarlem? [Haarlems Dagblad]</u> Stroomstoot hond</p>	Onduidelijk	Onduidelijk	Onduidelijk	Geen uitschakeling (reden onduidelijk)

Bijlage 2 Overzicht incidenten

Incident	Aanraakwijze	Domein	Achtergrond fout	Afschakeltijd fout
<u>28-12-2014 – Wageningen [Gelderse Dagbladen]</u> Stroomstoot hond (boven grondspot)	Bodem - bodem	OVL-beheerder	Kwaliteit	Geen uitschakeling zekering OVL-beheerder (lekstroom)
<u>Dec 2016 – Rijssen [Enexis]</u> Een jongen komt in contact met onder spanning staande lichtmast Oorzaak: montagefout i.c.m. defect retourpad	Mast - bodem	Netbeheerder	Kwaliteit	Geen uitschakeling zekering netbeheerder (defect retourpad)
<u>Jaarlijks, voorzieningsgebied Enexis [Enexis]</u> Jaarlijks worden er vanuit het storingsproces situaties aangetroffen waarbij lichtmasten onder spanning staan. Oorzaken zijn divers, maar wel kwaliteit gerelateerd. Inschatting omvang: 10 x per jaar, één tot enkele lichtmasten Situaties met “lichtmast onder spanning” hebben meestal een relatie met: <ul style="list-style-type: none"> • beschadigde lichtmast (aanrijding) • fout in het net (storing, verlichting brandt op lager vermogen) • (recent) montagewerk 	N.v.t. (geen aanraking)	Netbeheerder	Kwaliteit	Geen uitschakeling zekering netbeheerder (ongedefinieerde fout)
<u>Data onbekend, Rotterdam [Stedin]</u> Uit gesprekken met gemeente Rotterdam komen verschillende incidenten met lichtmasten op vaste spanning ter tafel.	Onduidelijk	Onduidelijk	Onduidelijk	Geen uitschakeling (reden onduidelijk)
<u>Januari 2017 – Tilburg [gemeente Tilburg]</u> Onder spanning staande lichtmast. Installatie klant.	Onduidelijk	Klant	Onduidelijk	Geen uitschakeling zekering klant (reden onduidelijk)

Bijlage 3

Van: [redacted] [mailto:]
Verzonden: dinsdag 14 februari 2017 13:38
Aan: [redacted] <>
Onderwerp: 25V

[redacted]

Ik heb naar vier Installatieverantwoordelijken, drie veiligheidskundigen en drie teammanagers Kwaliteit en Veiligheid binnen de TenneT organisatie jouw vraag over het toepassen van 25V als veilige spanning doorgestuurd.

Geen van allen kan dit thuis brengen.

Ik kan je dus niet helpen met een antwoord waar (en vooral waarom!) binnen TenneT het gebruik van 25V als veilige spanning aan de orde is.

Voor een waarde van veilige spanning zou ik aanhaken bij de NEN normalisatie.

Met vriendelijke groet

[redacted]

Manager AMN GDS

Asset Management |

E

www.tennet.eu

T

M

TenneT TSO B.V.

Utrechtseweg 310

Arnhem

P.O. Box 718

6800 AS Arnhem

Denk aan het milieu; print dit bericht alleen als het noodzakelijk is.



Bijlage 3

Van: [redacted] [mailto:]

Verzonden: vrijdag 17 februari 2017 16:54

Aan: [redacted]

Onderwerp: RE: link tennet

[redacted]

Nee

In ieder geval heb ik binnen TenneT niet kunnen achterhalen dat er ergens een werkplaats is die van die 25 V als maximale spanning gebruik maakt.

In de link die je stuurde gaat het om toelaatbare aanraakspanningen in relatie tot spoorwegen

De door hoogspanningslijnen opgewekte aanraakspanningen moeten dan binnen de grenzen van tabel1 op pagina 16 blijven.

Dan is toelaatbaar, dat gedurende meer dan 300 sec een aanraakspanning (wisselspanning) van 65 V bestaat.

Dat spoort niet met 25 V.

Het enige wat ik mij kan voorstellen is, dat Prorail eist dat de aanraakspanning in werkplaatsen van ProRail **die in de nabijheid van hoogspanningslijnen** staan niet hoger mag worden dan 25V

De grens van 25 V komt echter nergens voor in de norm NEN-EN 50122.

Het is mij een raadsel hoe dat ene zinnetje tot stand is gekomen.

Met vriendelijke groet

[redacted]
Manager AMN GDS
Asset Management |

TenneT TSO B.V.

Utrechtseweg 310

Arnhem

P.O. Box 718

6800 AS Arnhem



Bijlage 4

Aanraakspanningen

Straatmeubilair



White paper

19 juli 2017 - Versie 1.4 Definitief

wij verbinden

Autorisatieblad

Aanraakspanningen

Straatmeubilair

	Naam	Akkoord	Datum
Opgesteld door	[REDACTED]	[REDACTED]	19-07-17
Gecontroleerd door	[REDACTED]	[REDACTED]	18-07-17
Vrijgegeven door	[REDACTED]	[REDACTED]	19/07/17

Versie historie

Versie	Naam	Datum	Korte toelichting
0.1	Concept	05-06-2017	Voor interne review
1.0	Concept	19-06-2017	Interne review verwerkt
1.1	Concept	23-06-2017	Rapport aangepast n.a.v. opmerkingen van de heer [REDACTED]
1.2	Concept	23-06-2017	Rapport aangepast n.a.v. opmerkingen van mevrouw [REDACTED]
1.3	Concept	28-06-2017	Rapport aangepast aan de hand van bijeenkomst op 26 juni 2017
1.4	Definitief	19-07-2017	Rapport aangepast n.a.v. de bespreking met de heer [REDACTED] op 17-07-2017

Samenvatting

De netbeheerders achten veiligheid van groot belang en eventuele aanpassingen in de netinstallaties als gevolg van het ontwerpbesluit van de Netcode artikel 3.4 “Veiligheidseisen voor laagspanningsnetten”, dienen allereerst veilig te zijn en dienen maatschappelijk verantwoord uitgevoerd te kunnen worden.

Deze rapportage geeft een overzicht van de toelaatbare aanraakspanningen, gebaseerd op het IEC basis document IEC TS 60479-1, en maakt gebruik van NEN 1010 en 50122-1. Ook wordt het deel van het ontwerpbesluit van de Netcode ten aanzien van “Veiligheidseisen voor laagspanningsnetten” beschouwd.

Op grond van de analyses in deze rapportage kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- In de NEN 1010 wordt als limiet voor de aanraakspanning 50V gehanteerd;
- Installaties voor openbare straatverlichting die deel uitmaken van het net van een netbeheerder worden in de NEN1010 expliciet uitgesloten. In het bouwbesluit wordt aangegeven dat de straatverlichting zelf wel aan de NEN 1010 moet voldoen;
- Er is geen wetenschappelijk bewijs dat kinderen gevoeliger zouden zijn voor elektrocutie, en daarom de normaliter gehanteerde waarden (voor volwassenen) te hoog zouden zijn;
- Er behalve gebieden nabij openbare verlichting zeer veel locaties zijn waar kinderen worden blootgesteld aan gelijke of zelfs grotere aanraakspanningen. Een voorbeeld hiervan zijn perrons waarvoor conform [50122-1] een waarde voor de aanraakspanning van 65 V geldt.
- In bijzondere situaties zijn extra voorzieningen nodig zoals een verlaagde toelaatbare aanraakspanning of een veilige stroomketen met lage spanning.
 - SELV- en PELV-ketens [NEN1010] hebben een permanent aanwezige nominale spanning van ten hoogste 50 V en in bijzondere omstandigheden zelfs een lagere spanning, Deze extra beschermingsmaatregelen zijn echter niet van toepassing op straatmeubilair.
- Kijkend naar het buitenland, bijvoorbeeld het Verenigd Koninkrijk, Hier is van toepassing [BS 7430]. Openbare verlichting en straatmeubilair vallen binnen de scope van deze norm. Uit de berekening conform [EN 50522] volgt een maximale waarde voor de aanraakspanning van 50 V voor een tijdsduur groter dan 10 s. Dit komt overeen met de andere analyses in deze rapportage.

Inhoudsopgave

Samenvatting	2
Inleiding	4
1 Aanraakspanningen	5
1.1 Algemeen	5
1.1.1. <i>Aanraakspanning versus foutspanning</i>	7
1.2 Laagspanningsnetten	8
1.3 Spoorwegomgeving	9
1.4 Vergelijking	9
1.5 Praktijk in het buitenland	10
2 Discussie	12
2.1 Normatief kader	12
2.2 Overweging kinderen	13
2.3 Externe factoren	14
2.4 De 5 seconden regel	15
2.5 Overweging	15
3 Conclusies	16
4 Referenties	17
Colofon	18

Inleiding

De netbeheerders achten veiligheid van groot belang en eventuele aanpassingen in de netinstallaties als gevolg van het ontwerpbesluit van de Netcode artikel 3.4 “Veiligheidseisen voor laagspanningsnetten”, dienen allereerst veilig te zijn en dienen maatschappelijk verantwoord uitgevoerd te kunnen worden. Naar aanleiding van het ontwerpbesluit van de Netcode en de mogelijke eventuele aanpassingen in de netinstallaties, hebben de netbeheerders Movares gevraagd om een overzicht op te stellen wat er verwacht zou mogen worden vanuit de vigerende normen op het gebied van aanraakspanningen in laagspanningsnetten.

Leeswijzer

In hoofdstuk 1 wordt ingegaan op hoe de “normen aanraakspanningen” tot stand zijn gekomen, en wordt een vergelijking gemaakt met andere sectoren waarin aanraakspanningen ook een rol spelen, in dit geval een spoorwgomgeving.

In hoofdstuk 2 wordt de discussie gegeven, welke waarden voor aanraakspanningen dienen in welke omgeving te worden gehanteerd. Hoe verhoudt zich dit tot de zogenaamde 5 seconden regel?

Hoofdstuk 3 geeft de conclusies, het rapport wordt afgesloten met hoofdstuk 4, referenties.

Merk op dat deze rapportage niet ingaat op de technische voorzieningen die dienen te worden genomen om tot een voldoende niveau voor elektrische veiligheid te komen.

1 Aanraakspanningen

1.1 Algemeen

Er bestaan veel verschillende normen ten aanzien van aanraakspanningen onder andere NEN 1010, NEN-EN 50122, en CCITT, [NEN 1010], [50122-1] en [CCITT]. De basispublicatie waarop zij zijn gebaseerd is [60479-1].

Belangrijke aspecten zijn:

- Lichaamsweerstand;
- Stroom door het lichaam;
- Tijdsduur;
- Stroompad door het lichaam;
- Spanning.

In Tabel 1 de lichaamsweerstand volgens [60479-1] gegeven.

Tabel 1 Totale lichaamsweerstand Z_T voor stroompad hand naar hand a.c. 50/60 Hz voor grote contactoppervlakken bij droge omstandigheden

Touch voltage V	Values for the total body impedances Z_T (Ω) that are not exceeded for		
	5 % of the population	50 % of the population	95 % of the population
25	1 750	3 250	6 100
50	1 375	2 500	4 600
75	1 125	2 000	3 600
100	990	1 725	3 125
125	900	1 550	2 675
150	850	1 400	2 350
175	825	1 325	2 175
200	800	1 275	2 050
225	775	1 225	1 900
400	700	950	1 275
500	625	850	1 150
700	575	775	1 050
1 000	575	775	1 050
Asymptotic value = internal impedance	575	775	1 050

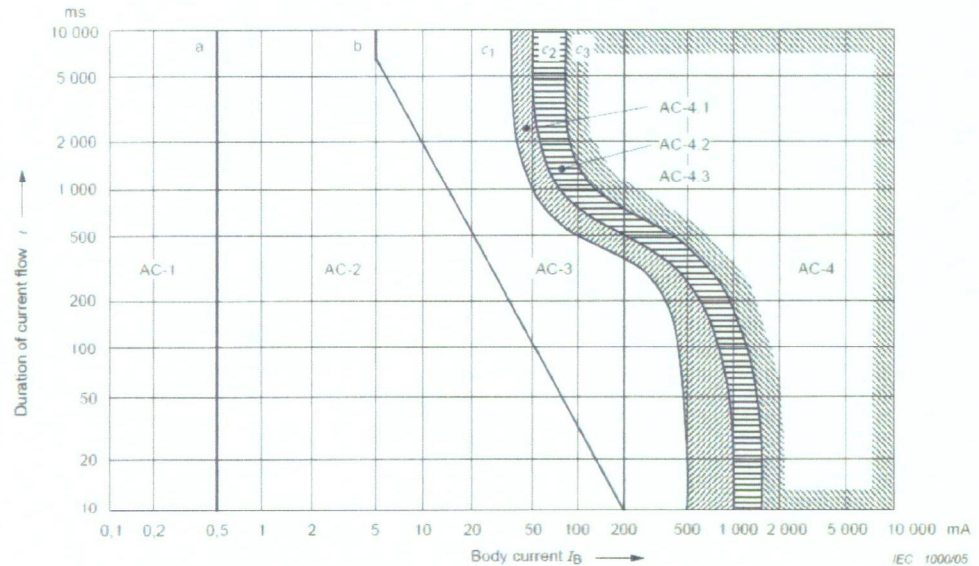
NOTE 1 Some measurements indicate that the total body impedance for the current path hand to foot is somewhat lower than for a current path hand to hand (10 % to 30 %)

NOTE 2 For living persons the values of Z_T correspond to a duration of current flow of about 0.1 s. For longer durations Z_T values may decrease (about 10 % to 20 %) and after complete rupture of the skin Z_T approaches the internal body impedance Z_i .

NOTE 3 For the standard value of the voltage 230 V (network-system 3N ~ 230/400 V) it may be assumed that the values of the total body impedance are the same as for a touch voltage of 225 V

NOTE 4 Values of Z_T are rounded to 25 Ω .

De effecten van stroom door het lichaam en de tijdsduur zijn te vinden in Figuur 1, overgenomen uit [60479-1]. Merk op dat we voor curve c1, en een tijdsduur van 10 s 30 mA vinden. In Nederland is het, vanuit de NEN1010, sinds 1976 verplicht een aardlekschakelaar van 30 mA te gebruiken.



Figuur 1 Conventionele tijd/stroomgebieden van effecten van wisselstroom (15 Hz – 100 Hz) voor mensen voor het stroompad van linkerhand naar beide voeten.

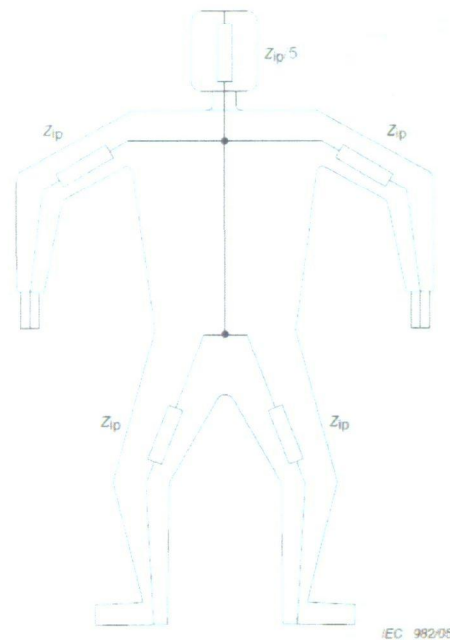
Een verklaring van de gebieden in Figuur 1 is te vinden in Tabel 2.

Tabel 2 Beschrijving van de tijd/stroom gebieden voor wisselstroom, 15 Hz tot 100 Hz, voor het stroompad van hand naar voeten

Zones	Boundaries	Physiological effects
AC-1	Up to 0.5 mA curve a	Perception possible but usually no 'startled' reaction
AC-2	0.5 mA up to curve b	Perception and involuntary muscular contractions likely but usually no harmful electrical physiological effects
AC-3	Curve b and above	Strong involuntary muscular contractions. Difficulty in breathing. Reversible disturbances of heart function. Immobilization may occur. Effects increasing with current magnitude. Usually no organic damage to be expected
AC-4 ¹⁾	Above curve c_1 c_1-c_2 c_2-c_3 Beyond curve c_3	Patho-physiological effects may occur such as cardiac arrest, breathing arrest, and burns or other cellular damage. Probability of ventricular fibrillation increasing with current magnitude and time AC-4.1 Probability of ventricular fibrillation increasing up to about 5 % AC-4.2 Probability of ventricular fibrillation up to about 50 % AC-4.3 Probability of ventricular fibrillation above 50 %

¹⁾ For durations of current flow below 200 ms, ventricular fibrillation is only initiated within the vulnerable period if the relevant thresholds are surpassed. As regards ventricular fibrillation, this figure relates to the effects of current which flows in the path left hand to feet. For other current paths, the heart current factor has to be considered.

Het pad dat de stroom door het lichaam volgt heeft een invloed op de lichaamsweerstand en dus de maximale aanraakspanning, zie Figuur 2.



Key

Z_{ip} internal partial impedance of one extremity (arm or leg)

NOTE The internal impedance from one hand to both feet is approximately 75 % the impedance from both hands to both feet 50 % and the impedance from both hands to the trunk of the body 25 % of the impedance hand to hand or hand to foot

Figuur 2 Vereenvoudigd schematisch diagram voor de interne lichaamsweerstand van het menselijk lichaam

Uit het bovenstaande blijkt dat er een groot aantal stroompaden door het lichaam mogelijk is en dat er keuzes moeten worden gemaakt alvorens men een maximaal toelaatbare aanraakspanning kan bepalen. Het blijkt inderdaad zo te zijn dat bij het ontwikkelen van verschillende normen verschillende uitgangspunten zijn gekozen, hetgeen tot andere waarden voor de maximaal toelaatbare aanraakspanning leidt.

1.1.1. Aanraakspanning versus foutspanning

Het begrip aanraakspanning wordt gedefinieerd als de spanning tussen geleidende delen die gelijktijdig in aanraking zijn met een persoon of een dier.

Het begrip foutspanning wordt gedefinieerd als de spanning die optreedt als gevolg van een isolatiefout (kortsluiting) tussen het punt waar de fout optreedt en de referentieaarde.[BRON: NEN-IEC 60050-826:2004, IEC 826-11-02]

In de context van dit rapport worden aanraakspanningen veroorzaakt door kortsluitingen naar aarde. In paragraaf 2.3 wordt hier verder op in gegaan.

1.2 Laagspanningsnetten

Voor laagspanningsnetten is bij het ontwikkelen van [NEN 1010] gekozen voor:

- Stroompad: beide handen naar beide voeten;
- Lichaamsweerstand voor grote contactoppervlakken bij droge omstandigheden;
- Kans dat de mens een lichaamsweerstand heeft die lager is dan de veronderstelde waarde is 5 %;
- Kans op ventriculaire fibrillatie is 0 % (gebruik van curve c1, grens van gebied AC-3);
- Er is schoeisel aanwezig, aangenomen wordt een additionele weerstand van 1000 Ω ;

Indien we op basis van bovenstaande uitgangspunten de maximale permanent toelaatbare aanraakspanning bepalen vinden we een waarde van 50 V.

Tabel 3 Totale lichaamsweerstand Z_T voor stroompad hand naar hand a.c. 50/60 Hz voor grote contactoppervlakken bij natte omstandigheden

Touch voltage V	Values for the total body impedances Z_T (Ω) that are not exceeded for		
	5 % of the population	50 % of the population	95 % of the population
25	1175	2 175	4 100
50	1100	2 000	3 675
75	1025	1 825	3 275
100	975	1 675	2 950
125	900	1 550	2 675
150	850	1 400	2 350
175	825	1 325	2 175
200	800	1 275	2 050
225	775	1 225	1 900
400	700	950	1 275
500	625	850	1 150
700	575	775	1 050
1 000	575	775	1 050
Asymptotic value = internal impedance	575	775	1 050

NOTE 1 Some measurements indicate that the total body impedance for the current path hand to foot is somewhat lower than for a current path hand to hand (10 % to 30 %).

NOTE 2 For living persons the values of Z_T correspond to a duration of current flow of about 0.1 s. For longer durations Z_T values may decrease (about 10 % to 20 %) and after complete rupture of the skin Z_T approaches the internal body impedance Z_i .

NOTE 3 For the standard value of the voltage 230 V (network-system 3N ~ 230/400 V) it may be assumed that the values of the total body impedance are the same as for a touch voltage of 225 V.

NOTE 4 Values of Z_T are rounded to 25 Ω .

Opgemerkt wordt dat bij stromen tot aan curve c1 weliswaar geen ventriculaire fibrillatie optreedt (en dus ook geen kans op overlijden), maar dat er wel sprake kan zijn van onwillekeurige rukachtige spier contracties.

1.3 Spoorwgomgeving

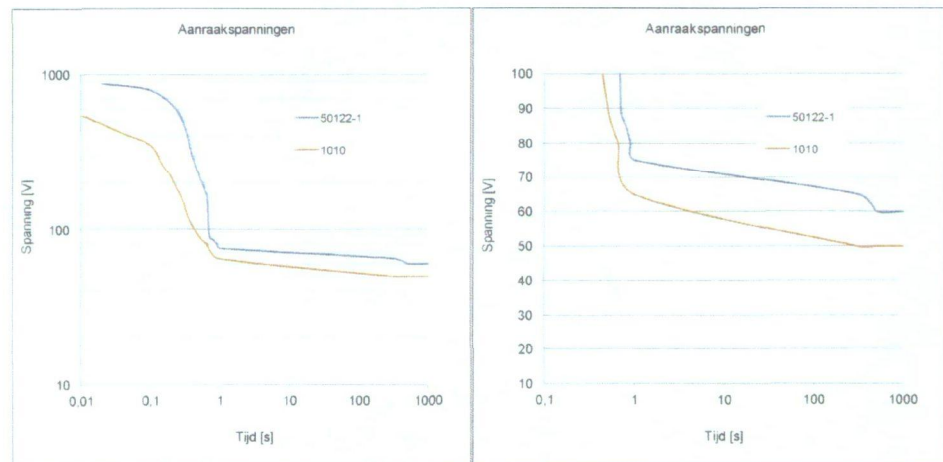
Voor een spoorwgomgeving is bij het ontwikkelen van [50122-1] gekozen voor:

- Stroompad: een hand naar beide voeten;
- Lichaamsweerstand voor grote contactoppervlakken bij droge omstandigheden;
- Kans dat de mens een lichaamsweerstand heeft die lager is dan de veronderstelde waarde is 50 %;
- Kans op ventriculaire fibrillatie is 0 % (gebruik van curve c1, grens van het gebied AC-3);
- Voor een tijdsduur groter dan of gelijk aan 0,7 s is geen schoeisel aanwezig.
- Voor een tijdsduur kleiner dan 0,7 s is schoeisel aanwezig, aangenomen wordt een additionele weerstand van 1000 Ω ;
- In spoorwegwerkplaatsen wordt een effectieve aanraakspanning van 25 V a.c. gehanteerd. Deze gereduceerde waarde is niet gekozen vanwege elektrotechnische redenen, maar in verband met het risico op letsel ten gevolge van ongecontroleerde schrikreacties.

Indien we op basis van bovenstaande uitgangspunten de maximale permanent toelaatbare aanraakspanning bepalen vinden we een waarde van 60 V.

1.4 Vergelijking

Uit de beide voorgaande paragrafen blijkt dat er verschillende uitgangspunten worden gehanteerd bij verschillende normen. Door het niet lineaire karakter van zowel de lichaamsweerstand, en ook van curve c1, is een directe beoordeling van de effecten van de verschillende uitgangspunten lastig. Daarom is in Figuur 3 een overzicht gegeven van de aanraakspanningen conform [NEN1010-4]¹ en [50122-1].



Figuur 3 Vergelijking tussen de maximale aanraakspanning als functie van tijd conform [NEN1010-4] en [50122-1]

Het blijkt dat voor langere tijdsduur (die voor onze beschouwingen van belang is) de norm NEN 1010 een lagere (strengere) waarde geeft. Ook voor de voor kortere tijdsduur is NEN 1010 meer restrictief.

¹ Deze versie bevatte Tabel 41 Z met aanraakspanningen als functie van tijd.

1.5 Praktijk in het buitenland

Behalve internationale normen te beschouwen is het ook informatief om te zien hoe hier in het buitenland wordt omgegaan ten aanzien van openbare verlichting en straatmeubilair. Als voorbeeld nemen we het Verenigd Koninkrijk. Hier is van toepassing [BS 7430]. Openbare verlichting en straatmeubilair vallen binnen de scope van deze norm.

Begin citaat:

8.5 Street furniture

8.5.1 General

NOTE Street furniture includes permanently sited lighting columns, traffic and pedestrian signals, illuminated traffic signs, bollards and other electrically supplied equipment.

8.5.2 Supply systems for street furniture

8.5.2.1 General

Street furniture may normally be fed from TN-S or TN-C-S systems.

Eind citaat (merk op citaat is ingekort)

Ten aanzien van de te hanteren maximale waarden voor aanraakspanningen geldt:

Begin citaat:

A.2 Legislation

The current advice of the Health and Safety Executive is that touch voltages should not exceed curve the recommendations of BS EN 50522, National Annex NA.2.

Eind citaat

Dit leidt ons naar curve 4 van [EN 50522]. Merk op dat voor een tijdsduur van 10 s een waarde van 85 V geldt.

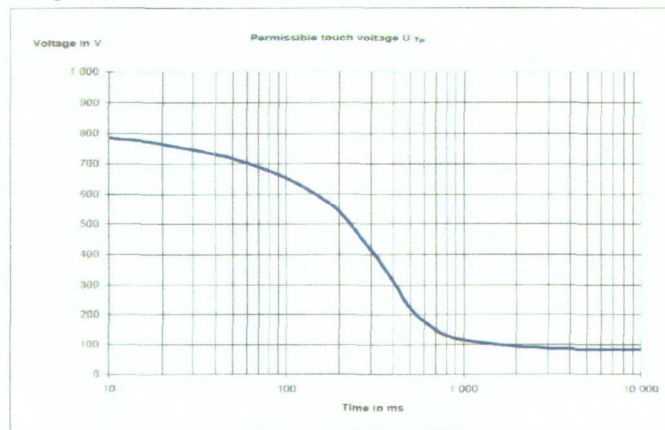


Figure 4 - Permissible touch voltage

NOTE: For duration of current flow considerably longer than 10 s a value of 80 V may be used as permissible touch voltage U_{tp} .

In Annex B van [EN 50522] vinden dat bij de berekening van de maximale aanraakspanning wordt uitgegaan van de 50% waarde voor de body impedance. Echter in “Annex Q (informative) A-deviations” van [EN 50522] vinden we als uitzondering voor het Verenigd Koninkrijk:

Begin citaat:

5.4.1 United Kingdom (Health & Safety Executive (HSE))

HV earthing systems should be designed according to tolerable voltages based on body impedances not exceeded by 5 % of the population, as given in Table 1 of IEC 60479-1:2005.

Einde citaat.

Concreet betekent dit dat als we de berekening conform [EN 50522] uitvoeren met de 5% waarde voor de body impedance we een maximale waarde voor de aanraakspanning vinden van 50 V voor een tijdsduur groter dan 10 s. Dit komt overeen met de andere analyses in deze rapportage.

2 Discussie

2.1 Normatief kader

In [NEN 1010] wordt expliciet gesteld in clause 11.3 & 11.4 (Citaat):

11.3 *Deze norm is niet van toepassing op:*

- e) *installaties voor openbare verlichting die deel uitmaken van een openbaar net zoals bedoeld in 11.4;*

n OPMERKING Installaties achter het overdrachtpunt van de netbeheerder behoren te voldoen aan deze norm.

n 11.4 *Deze norm is niet bedoeld voor netten voor de distributie van elektrische energie (zoals bedoeld in de netcode elektriciteit) en de grootschalige opwekking en de transportsystemen voor deze netten.*

In hoofdstuk 714 “Installaties voor buitenverlichting” paragraaf 714.11 “Onderwerp en toepassingsgebied” wordt expliciet gesteld (Citaat):

De bepalingen van dit hoofdstuk gelden niet voor installaties voor openbare straatverlichting die deel uitmaken van het net van een netbeheerder;

In het bouwbesluit wordt overigens gesteld dat de buitenverlichting (de palen zelf) wel aan NEN 1010 moet voldoen.

Formeel gezien zouden daarmee de aanraakspanningen conform [NEN 1010] vanuit de netten niet te hoeven worden gehanteerd.

In het [ontwerpbesluit Netcode] wordt gesteld (Citaat):

3.4 *Veiligheidseisen voor laagspanningsnetten*

3.4.1 *Voor risicogebieden geldt: het net overschrijdt niet een aanraakspanning van 25V of wordt bij een optredende fout waarbij de aanraakspanning hoger wordt dan 25V binnen 5 seconden uitgeschakeld.*

3.4.2 *Voor gebieden die niet tot de risicogebieden behoren, geldt: het net overschrijdt niet een aanraakspanning van 50V of wordt bij een optredende fout waarbij de aanraakspanning hoger wordt dan 50V binnen 5 seconden uitgeschakeld.*

3.4.3 *Aan de in 3.4.2 genoemde eis wordt voldaan wanneer het net zo is ontworpen dat een optredende foutspanning boven 66V in uiterlijk 5 seconden wordt uitgeschakeld in het geval de aardingsvoorziening*

- i. *aan de afnemer ter beschikking wordt gesteld zoals bedoeld in artikel 2.2.1.2, of*
- ii. *door de netbeheerder wordt gebruikt voor de elektrische veiligheid van de laagspanningsnetten.*

3.4.4 *Een netbeheerder kan ook andere maatregelen treffen dan beschreven in 3.4.3 om te voldoen aan de eis in 3.4.2.*

3.4.5 *De laagspanningsnetten moeten kortsluitvast zijn. Voor aansluitleidingen kan hier van worden afgeweken mits dit niet leidt tot veiligheidsrisico's ten gevolge van een kortsluiting.*

3.4.6 *De netbeheerder hanteert de eisen genoemd in 3.4.1 t/m 3.4.5 bij het ontwerp en herontwerp van laagspanningsnetten.*

3.4.7 De netbeheerder hanteert de eisen genoemd in 3.4.1 t/m 3.4.5 bij de inspectie, de bedrijfsvoering en de herinspectie van laagspanningsnetten zoals bedoeld in artikel 3.4.6.

Nota bene:

2.2.1.2 De netbeheerder bepaalt of het net, of een gedeelte ervan, in aanmerking komt als TN-stelsel te worden gebruikt ten behoeve van de aardingsvoorziening van elektrische installaties en welke aanvullende voorwaarden daartoe op de aansluiting van toepassing zijn.

Indien we de tekst van het ontwerpbesluit van de Netcode beschouwen zien we dat alhoewel dit strikt gezien niet noodzakelijk is gezien het toepassingsgebied van NEN 1010, een vergelijkbare waarde van 50 V voor de toelaatbare aanraakspanning wordt gehanteerd.

De aanraakspanning van 25 V zoals vernoemd in het ontwerpbesluit van de Netcode wordt in de [NEN 1010] wel vernoemd, maar alleen bij medisch gebruikte ruimten, badruimten en dergelijke en bij toepassing van SELV- en/of PELV-ketens (Safety Extra Low Voltage & Protected Extra Low voltage). Hierbij dient te worden opgemerkt dat SELV- en PELV-ketens, door middel van een scheidingstransformator, een permanent aanwezige nominale spanning hebben van ten hoogste 25 V.

De afschakelwaarde van 5 s wordt ook gehanteerd in NEN 1010 (clausule 415.2.2). De waarde van 66 V a.c. komt niet helemaal overeen, zie Figuur 3, hier vinden we een waarde van 65 V a.c. bij 1 s. Merk op dat [50122-1] 65 V a.c. toestaat gedurende 300 s. De NEN 1010 staat een uitschakeltijd van 5 seconde toe voor distributiegroepen en materieel wat is aangesloten op eindgroepen met een beveiliging >32A. Ook voor buitenverlichting wordt een uitschakeltijd van 5 seconde toegestaan. Dit heeft mede te maken met het feit dat de optredende spanning nooit kan worden overbrugd door onder andere potentiaalvereffening of potentiaaltrechter rondom het straatmeubilair.

2.2 Overweging kinderen

In discussies wordt vaak gesteld dat de normaliter gehanteerde waarden voor aanraakspanningen voor zogenaamde “kwetsbare groepen²” te ruim zouden zijn. Echter in [60479-1] vinden we:

“On the evidence available, mostly from animal research, the values are so conservative that this document applies to persons of normal physiological conditions including children, irrespective of age and weight.”

In de werkgroep versie van het document vinden we zelfs:

“It should be mentioned that the thresholds as order of magnitude are valid for all persons (men, women and children) independent of their state of health. Often concerns are expressed in that respect but if the background of such objections is examined it is found that such objections represent just opinions without experimental evidence. Some measurements indicate that the thresholds of perception and let-go for women are lower than for men. This may also be the case for children.”

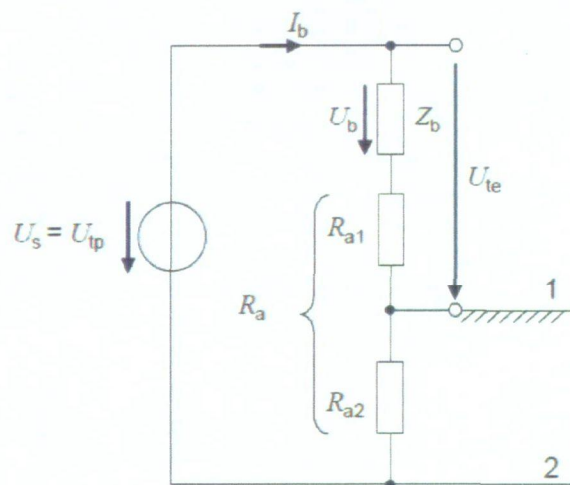
Opgemerkt moet worden dat bij het bepalen van de maximale aanraakspanning de “thresholds for perception and let-go” niet van belang zijn.

² Vaak worden genoemd ouderen, zieken en kinderen

2.3 Externe factoren

Conclusie kan dan ook zijn dat er geen moverende redenen zijn om bijvoorbeeld voor kinderen een meer restrictieve waarde voor de maximale aanraakspanningen te hanteren.

Van belang is de maximale spanning die over het menselijke lichaam kan optreden, de zogenaamde “body voltage” (of spanning over het lichaam). Dit is de drijvende kracht voor de stroom door het lichaam (body current), die voor eventueel gevaar zorgt. De aanraakspanning (soms ook “foutspanning” genaamd, of “(prospective)³ touch voltage” in Engelstalige literatuur) is de spanning tussen het object en “verre aarde”. Deze spanning over het lichaam hangt af van een aantal externe factoren, en is per definitie kleiner dan of gelijk aan de maximaal optredende aanraakspanning. Voor een toelichting zie Figuur 4 overgenomen uit [50122-1].



Key

- 1 standing surface
- 2 earth
- U_s source voltage
- U_{tp} prospective touch voltage
- U_{te} effective touch voltage
- U_b body voltage
- I_b body current
- Z_b total body impedance
- R_{a1} additional resistance for shoes
- R_{a2} additional resistance of standing surface

$$R_{a2} = \rho_s \times 1,5 \text{ m}^{-1}$$

ρ_s soil resistivity at the standing surface in ohm metres (Ωm)

$$U_{tp, \max}(t) = U_{te, \max}(t) + I_b(t) \times R_{a2}$$

Figuur 4 Equivalent circuit voor de bepaling van de maximale aanraakspanning

We zien dat de optredende foutspanning ($U_s = U_{tp}$) wordt verdeeld over het lichaam (U_b), het schoeisel (R_{a1}) en de aardverspreidingsweerstand van het standvlak (R_{a2}).

³ Het verschil tussen “prospective touch voltage (U_{tp})” en “(effective) touch voltage (U_{te})” is dat bij de tweede er van wordt uitgegaan dat bron wordt belast met de lichaamsweerstand en bij de eerste niet. We zullen hier uitgaan van de “prospective touch voltage”, we verwaarlozen de uitgangsimpedantie van de bron van de aanraakspanning ten opzichte van de lichaamsweerstand, dit is enigszins een worst-case aanname.

Indien we uitgaan van de aanwezigheid van schoeisel kunnen we een impedantie van 1000Ω toevoegen in het circuit. Voor beton geldt een soortelijke weerstand in de orde van $1000 \Omega \cdot m$. Dit betekent dat indien het standvlak bestaat uit betonnen stoeptegels we een impedantie van 1500Ω kunnen toevoegen in het circuit⁴. In andere gevallen dient de soortelijke weerstand van het standvlak te worden gehanteerd. Asphalt heeft een soortelijke weerstand vergelijkbaar met die van beton.

We zien dus dat er externe factoren zijn, zoals de aanwezigheid van schoeisel en eventuele verharding van het standvlak die mede bepalend zijn voor de uiteindelijke spanning over het lichaam.

2.4 De 5 seconden regel

De 5 seconden regel heeft een relatie met clause 411 en 415.2 “Aanvullende beschermende vereffening”, en niet direct met aanraakspanningen. De 5 seconde regel kan worden gehanteerd in situaties met distributiegroepen, buitenverlichting, en ander materieel aangesloten op een eindgroep met een beveiliging van 32A of meer. Ongeacht de hoogte van de foutspanning kan de 5 seconde worden gehanteerd. Achterliggende gedachte is het feit dat deze spanning nooit kan worden overbrugd. Ook is er geen sprake van elektrische materieel wat in de hand wordt gehouden, In het verleden werd hiervoor de term gebruikt “materieel wat niet langdurig of frequent wordt aangeraakt”.

Wel is er uiteraard een relatie met het risico veroorzaakt door aanraakspanningen en de tijd dat de foutspanning aanwezig is.

2.5 Overweging

In discussies over openbare verlichting wordt weleens gesteld dat: “Omdat er overal spelende kinderen op blote voeten zouden kunnen zijn, dient overal de meer restrictieve waarde te worden gehanteerd”.

We moeten echter in onze overweging betrekken dat behalve in gebieden nabij openbare verlichting, (spelende) kinderen ook op andere locaties potentieel zijn blootgesteld aan aanraakspanning:

- De kans dat een spelend kind op blote voeten aanwezig is in een woning is veel groter dan op straat. Toch geldt in een normale woning conform [NEN 1010] een waarde voor de aanraakspanning van 50 V;
- Ook op perrons kunnen kinderen aanwezig zijn, in zomerse omstandigheden eventueel ook met blote voeten. Toch geldt op een perron conform [50122-1] een waarde voor de aanraakspanning van 65 V;
- Het argument dat kinderen gevoeliger zouden zijn voor elektrocutie is niet gefundeerd op wetenschappelijk onderzoek.

Op grond van het bovenstaande kunnen we derhalve concluderen dat er geen moverende redenen zijn om de eerder genoemde aanraakspanningen voor gebieden nabij openbare verlichting meer restrictief te maken in verband met spelende kinderen.

⁴ Deze extra weerstand in het circuit is gerechtvaardigd, immers de mens zal onder normale omstandigheden niet verbonden zijn met een “harde aardelektrode”.

3 Conclusies

Op grond van het voorgaande kunnen we de volgende conclusies trekken:

- In de NEN 1010 als limiet voor de aanraakspanning 50V gehanteerd;
- Installaties voor openbare straatverlichting die deel uitmaken van het net van een netbeheerder worden in de NEN1010 expliciet uitgesloten; Lantaarnpalen zelf moet volgens het bouwbesluit wel aan NEN 1010 voldoen.
- Er is geen wetenschappelijk bewijs dat kinderen gevoeliger zouden zijn voor elektrocutie, en daarom de normaliter gehanteerde waarden (voor volwassenen) te hoog zouden zijn;
- Er behalve gebieden nabij openbare verlichting zeer veel locaties zijn waar kinderen worden blootgesteld aan gelijke of zelfs grotere aanraakspanningen. Een voorbeeld hiervan zijn perrons waarvoor conform [50122-1] een waarde voor de aanraakspanning van 65 V geldt.
- Een aanraakspanning van 25 V wordt alleen gehanteerd in bijzondere situaties waar extra ongunstige omstandigheden zijn. Dit is niet van toepassing op straatmeubilair.

4 Referenties

- [50122-1] NEN-EN 50122-1, "Railway applications - Fixed installations - Electrical safety, earthing and the return circuit - Part 1: Protective provisions against electric shock", Cenelec, Brussel, januari 2011.
- [60479-1] IEC TS 60479-1, "Effects of current on human beings and livestock –Part 1: General aspects", edition 4.1, July 2016, consolidated version.
- [BS 7430] "Code of practice for protective earthing of electrical installations", British Standard Institute, London, 2011.
- [EN 50522] EN 50522, "Earthing of power installations exceeding 1 kV a.c.", Cenelec, Brussels, 2010.
- [CCITT] CCITT, "Directives concerning the protection of telecommunication lines against harmful effects from electric power and electrified railway lines", Volume VII, "Protective Measures and Safety Precautions", CCITT, Geneve, 1989.
- [NEN 1010] NEN 1010, "Elektrische installaties voor laagspanning", NNI, Delft, oktober 2015.
- [NEN1010-4] NEN 1010-4, "Safety Requirements for Low-Voltage Installations; Protection for Safety", 5 th. ed., NNI, Delft 1996.
- [Netcode] Netbeheer Nederland, "Netcode elektriciteit", versie 02-05-2017, Ontwerpbesluit ACM/DE/2017/202549
- [Veiligheid] M.F.P. Janssen, "Veiligheid OV-netten Amsterdam; Onderzoek en Second Opinion", Movares, kenmerk EN-MJ-090036105, versie 2.3, d.d. 22-01-2010

Colofon

Opdrachtgever Netbeheer Nederland
[REDACTED]

Uitgave Movares Nederland B.V.

Movares Energy

Big Ben
Daalseplein 100
3511 SX Utrecht

Telefoon 0653597624

Ondertekenaar [REDACTED]
Consultant

Projectnummer RA131650

Kenmerk RL-HS-170006262

© 2017, Movares Nederland B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vervaelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Movares Nederland B.V.

RL-HS-170006262 / Proj.nr. RA131650 / Definitief / Versie 1.4 / 19-07-2017

Movares Energy

 18/18



Movares Nederland B.V. / Utrecht
Kamer van Koophandel 30124367